

Características de la estructura de las comunidades de peces en los arrecifes de las Antillas Menores y Cuba

Fish community structure on coral reefs in the Lesser Antilles and Cuba

Rodolfo Claro*, Juan P. García-Arteaga*, Yolande Bouchon**, Max Louis** y Claude Bouchon**

*Instituto de Oceanología, Avda. Ira. #18406, Playa, Habana, Cuba.

**Lab. Biología Animal, Univ. de las Antillas y Guyana, 97167 Pointe-A-Pitre, Guadalupe.

Resumen

Se caracterizó la estructura de las comunidades de peces en los arrecifes de las islas Martinica y Guadalupe, en las Antillas Menores, y se comparó con la observada por los propios autores en las zonas SW y NE de la plataforma cubana. En todos los muestreos se utilizó el método de censo visual mediante transectos (BROCK, 1959) de 100 m de longitud y 6 m de ancho, por dos buzos. Se estimaron los índices de diversidad -H', riqueza de especies -R1 y equitatividad -J, así como los valores de densidad y biomasa de peces por unidad de área. En total se censaron 104 especies en los arrecifes de Martinica y Guadalupe (89 en la primera y 76 en la segunda), de las cuales 59% fueron comunes en ambas regiones. Los valores de diversidad, riqueza y equitatividad fueron significativamente mayores en Cuba que en las Antillas Menores. La composición por especies es bastante similar en igual biotopo, aunque se observan notables diferencias en cuanto a la proporción de cada una. La densidad de peces fue mucho mayor en Martinica que en Guadalupe y Cuba con un alto predominio de *Chromis multilineata*. No obstante, la biomasa en los arrecifes de Cuba es dos veces mayor que en las dos islas de las Antillas Menores. Ello parece ser consecuencia de una más intensa actividad pesquera en Martinica y Guadalupe que en Cuba. En el primer caso, es rara la presencia de pargos, meros y otras especies de mediana o gran talla, mientras que en Cuba son comunes. La biomasa principal en Cuba está dada por depredadores bentófagos e ictiófagos, mientras que en Martinica y Guadalupe los principales consumidores son planctófagos.

Abstract

Fish community structure on coral reefs from Martinique and Guadeloupe Islands in the Lesser Antilles were studied and compared with these observed by the same authors in the SW and NE regions of the Cuban shelf. In all cases, was used the same method: visual censuses by two divers, using strip transects (BROCK, 1959), 100 m length and 6 m wide. There were estimated the diversity index -H', species richness index -R1 and evenness index -J, as well as fish density and biomass by unit area. There were found 104 fish species on both islands (89 in Martinique and 76 in Guadeloupe), of which 59% were common to both regions. Diversity, richness and evenness values were higher in Cuban reefs. Species composition was quite similar in the same biotopes in all regions, but there were significant differences in the proportion of each species. Fish density was higher than in Martinique than in Guadeloupe and Cuba, with a high predominium of *Chromis multilineata*. Nevertheless, fish biomass in Cuban reefs were twice higher than in the Lesser Antilles. This fact seems to be a consequence or higher fishing activity in Martinique and Guadeloupe than in Cuba. In the former case the presence of snappers, groupers and other medium and great size species is rare, while in Cuba they are common. Major fish biomass in Cuba is due to benthophagous and ichthyophagous predators, while in Martinique and Guadeloupe major consumers are planctophagous.

Palabras clave: Comunidades de peces, Arrecifes coralinos. Mar Caribe.

Key words: Fish community, coral reefs, Caribbean Sea.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades de peces arrecifales soportan la mayor parte de las pesquerías de las islas del Mar Caribe (MUNRO, 1983). En las Antillas Menores, donde las plataformas son muy estrechas, la mayor parte de las capturas se realizan con nasas en la pendiente arrecifal. En cambio, en las islas que poseen plataformas relativamente anchas como Cuba, gran parte de las pesquerías tienen lugar en las praderas marinas, como es el caso del Golfo de Batabanó, las macrolagunas del Archipiélago Sabana-Camagüey, las grandes regiones estuarinas de los Golfos de Ana María y Guacanayabo, y en las lagunas costeras.

Al parecer, las poblaciones de peces de pequeña y mediana talla de la pendiente arrecifal, están menos explotados en Cuba que en otras islas de las Antillas, donde los rendimientos son bajos o la captura se basa en peces de pequeña talla (MUNRO, 1983) y poca calidad. No obstante, gracias al alto esfuerzo pesquero en las plataformas de Jamaica, Guadalupe, Martinica y Santa Lucía se obtiene la más alta productividad por área (MUNRO, 1983, GOBERT, 1990). Por otra parte, los arrecifes del Caribe están sometidos a diferente grado de afectación antrópica, lo cual se refleja en el estado de las comunidades de peces.

BOUCHON, BOUCHON-NAVARRO, LOUIS Y LABOREL (1985), obtuvieron correlaciones positivas entre la abundancia de corales y la riqueza y densidad de peces. También encontraron correlación entre el decrecimiento de la densidad de peces y la degradación de las comunidades coralinas en Martinica. Varios autores (MACARTHUR Y MACARTHUR, 1961; PIANKA, 1966; STARCK, 1968; ALEVIZON Y BROOKS, 1975; CARPENTER, MICLAT, ALBALADEJO Y CORPUZ, 1982; BOUCHON-NAVARRO, 1985) coinciden en que la diversidad y estructura de las comunidades en un área determinada, están en relación con la complejidad del hábitat, principalmente con el relieve y la epifauna macroscópica del arrecife.

BOUCHON *ET AL.*, (1985) y BOUCHON-NAVARRO Y LOUIS (1986) describieron la estructura de las comunidades de peces en los arrecifes de la isla Martinica, mientras que CLARO y GARCIA-ARTEAGA (1994b), GARCIA-ARTEAGA Y CLARO, *en preparación*) lo hicieron en las zonas NE y SW de Cuba. No obstante, resulta difícil comparar los resultados debido a que en ambos casos se empleó métodos diferentes.

Con el objeto de poder realizar una comparación cuantitativa entre las asociaciones de peces en las pendientes arrecifales de ambas regiones, se realizaron algunos muestreos en las islas Guadalupe y Martinica, empleando el mismo método de censo visual utilizado en el estudio de los arrecifes de Cuba (CLARO Y GARCIA-ARTEAGA, 1994b).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron siete censos visuales mediante buceo autónomo en las pendientes arrecifales (a 15 y 25 m de profundidad) de la isla Guadalupe, y nueve en los de Martinica. Adicionalmente se hicieron dos muestreos en mesetas arrecifales y uno en arrecifes de parche de la primera isla (Fig. 1).

Se empleó el método de censo visual descrito por BROCK (1954) con algunas modificaciones. Se realizaron transectos de 100 m de longitud por 6 m de ancho (3 m a cada lado de una cuerda previamente extendida por un buzo). En una tablilla se anotaba las especies, el número de individuos y la talla estimada de cada uno. Con esos valores se calculó el peso total en los especímenes de cada especie en el muestreo, empleando para ello las relaciones largo-peso conocidas (BOHNSACK

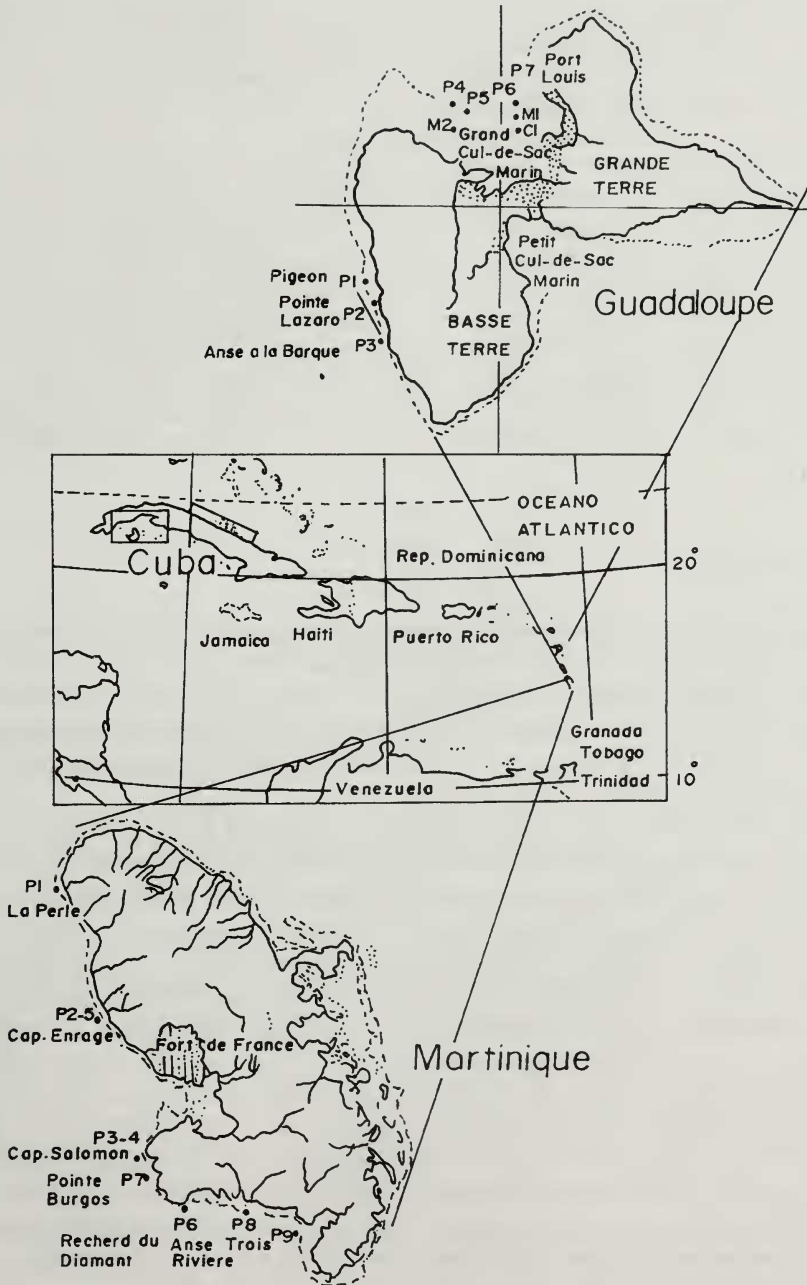


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en las Islas Guadalupe y Martinica, y las zonas NE y SW de Cuba.

Fig. 1. Location of sample stations on Guadalupe, Martinique and on NE and SW zones of Cuba.

Y HARPER, 1988; CLARO Y GARCIA-ARTEAGA, 1994a). En cada muestreo se calculó: densidad y biomasa total, por especie y familia, el índice de diversidad o heterogeneidad, $-H'$ (SHANNON Y WEAVER, 1949), el índice de riqueza de especies de Margalef -R1 (MARGALEF, 1951) y el índice de equitatividad $-J'$ (PIELOU, 1966). Para establecer el grado de similitud entre muestreos y entre regiones se empleó el coeficiente de comunidad (C_c) de GOODALL (1973):

$C_c = n_c / (n_j + n_k - n_c)$, donde: n_c es el número de especies comunes a 2 muestreos; n_j y n_k equivalen al número de especies en los dos muestreos j y k . Para evaluar la riqueza se empleó además el número de especies por transecto y el índice de rarefacción de SANDERS (1960). La estructura de la ictiofauna se analizó mediante el método de frecuencia-abundancia descrito por MASON Y BRYANT (1974) para combinar la abundancia en número o peso de cada especie, con su frecuencia de aparición en los muestreos, en un solo indicador. Para ello se establecieron arbitrariamente tres niveles de frecuencia: A, especies que aparecen en más de 67% de los muestreos; B, entre 33 y 67%; C, en menos de 33%. El porcentaje en nº o en peso se subdividió a su vez en cuatro niveles de abundancia y peso: 1, densidad o biomasa mayores de 10%; 2, entre 1 y 10%; 3, entre 0,1 y 1% y 4, menores de 0,1%. También se calculó el Índice de Jerarquía para cada especie, multiplicando el porcentaje de frecuencia de ocurrencia por el porcentaje de individuos y jerarquizando los valores obtenidos.

RESULTADOS

Estructura de las comunidades de peces en los arrecifes de la isla Guadalupe

En la pendiente arrecifal de Islet Pigeon (estación GP1) se encontraron los más altos valores de densidad, biomasa y número de especies (Tabla 1). No obstante, el índice de diversidad fue relativamente bajo, debido a la influencia de la alta dominancia de dos especies: *Chromis multilineata* y *Clepticus parrai*. Esta última especie fue determinante en el alto valor de la biomasa (55%) en dicha estación.

En general, las tres estaciones ubicadas en la costa E de la isla presentaron valores de densidad altos, aunque en el caso de la estación GP3, la biomasa fue relativamente baja, debido al predominio de peces pequeños, especialmente *Chromis multilineata*, *Stegastes partitus* y *Thalassoma bifasciatum*. La riqueza de especies en la región E de la isla resultó también más alta (Fig. 2) que en las estaciones ubicadas al N, aunque la equitatividad fue menor. No obstante, tales diferencias están relacionadas con la estructura vertical del sustrato, la cual está determinada a su vez por la abundancia de corales, que es mayor en la primera región mencionada.

La estación GP6, ubicada en el extremo E de la barrera arrecifal de Grand Cul-de-Sac Marin, presentó los más altos valores de riqueza de especies (Tabla 1, Fig. 2) y diversidad. Sin embargo, en las estaciones GP4 y GP5, situadas en el extremo W de dicha barrera (a unas 2 millas), tanto en la propia isobata de 15 m como en la de 25, la ictiofauna fue muy pobre tanto en riqueza de especies como en biomasa y densidad. Tal diferencia se debe, evidentemente a que en esta estación el cubrimiento de corales es escaso, mientras que en las estaciones GP6 y GP7 el arrecife está bien desarrollado.

Los valores de similitud de especies (C_c) entre estaciones fueron en general bajos (0.30-0.69). La mayor semejanza se encontró entre las estaciones GP1 y GP3 (0,69) situadas en la costa E de la isla. Le siguieron sin embargo, varios pares de estaciones que están ubi-

Tabla 1. Algunos parámetros de las comunidades de peces en las pendientes arrecifales de la isla Guadalupe. H' - Índice de diversidad; R_1 - Índice de riqueza; J - Índice de equitatividad.

Table 1. Some parameters of fish community structure on slope reefs of Guadeloupe. H' - Diversity index; R_1 - Richness index; J - Evenness index.

Estación	Área (m ²)	Fecha	Hora	Prof (m)	No. spp.	Densidad (ind/m ²)	Biomasa (g/m ²)	H'	R ₁	J
En pendientes arrecifales										
GP1	400	20/11/90	15:00	15	48	6.855	177.0	2.70	4.12	0.48
GP2	400	22/10/90	11:00	15	38	3.657	73.4	3.15	3.61	0.60
GP3	600	5/12/91	10:50	15	45	5.082	36.6	2.70	3.80	0.49
GP4	600	24/11/90	11:30	25	27	0.957	40.6	3.47	2.84	0.73
GP5	600	24/11/90	12:05	15	22	0.500	26.9	3.06	2.55	0.69
GP6	600	23/11/90	11:35	15	47	2.704	57.2	3.60	4.31	0.65
GP7	600	3/12/91	14:40	15	35	1.735	74.4	3.20	3.39	0.62
Medias transformadas por log						2.243	50.0			
+ DE						2.374	1.8			
En cabezos										
GC1	250	23/11/90	12:45	3-11	34	5.928	70.6	1.95	3.13	0.38
En mesetas arrecifales										
GM1	600	22/11/90	10:15	3-5	33	2.383	62.4	3.21	3.05	0.64
GM2	600	22/11/90	11:00	5-4	24	2.218	118.4	2.45	2.22	0.53

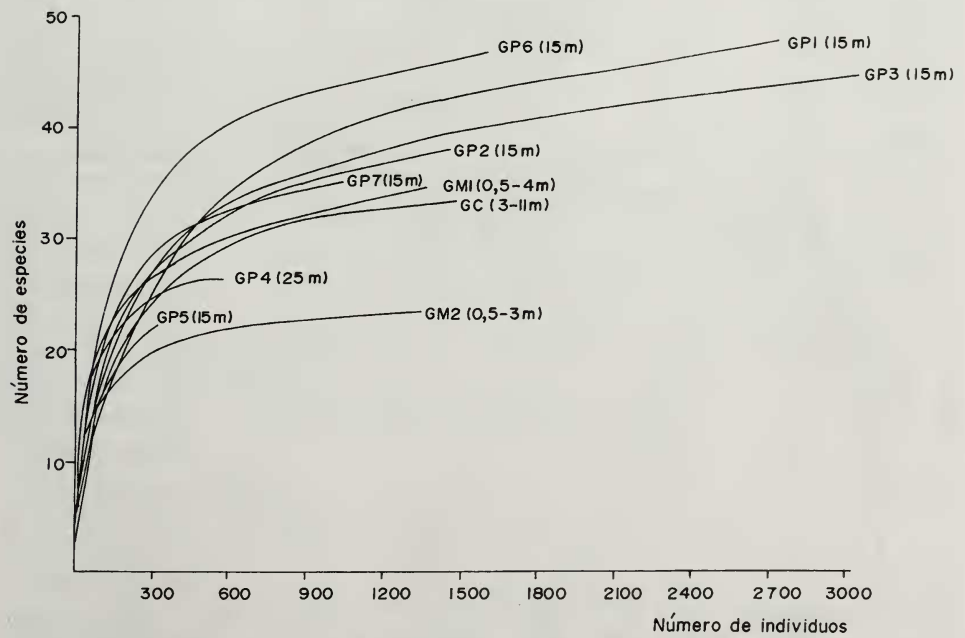


Fig. 2. Curvas de rarefacción de la ictiofauna en las mesetas arrecifales (GM), los cabezos (GC) y las pendientes arrecifales (GP) de Guadalupe.

Fig. 2. Rarefaction curves of the ichthyofauna on crest reefs (GM), patch reefs (GC) and slope reefs (GP) of Guadeloupe.

cadras al este y norte de la isla respectivamente (la GP2 y GP7, la GP3 y GP7, GP3 y GP6, etc.) a pesar de estar alejadas entre sí, lo que evidencia que la cercanía geográfica no es el factor determinante en la similitud de la ictiofauna.

La Tabla 2 presenta la lista de especies observadas en las pendientes arrecifales y su densidad en cada estación. *Chromis multilineata*, *Stegastes partitus* y *Thalassoma bifasciatum* fueron las especies más abundantes y frecuentes (categorías A1, A2 y B1), coincidiendo con los valores más altos del índice de jerarquía (IJ). En total se observaron 76 especies en este biotopo, aunque el promedio por estación fue solo de 37.

En las dos mesetas arrecifales ubicadas en los dos extremos de Grand Sac-de-Cul Marin, las comunidades de peces fueron bastante parecidas entre sí ($Cc = 0,50$). La biomasa, fué mayor en la estación GM2, dada por la presencia eventual de una notable agrupación de *Haemulon chrysargyreum*, pero la riqueza, diversidad y equitatividad fueron mayores en la estación GM1, donde la especie predominante fue *T. bifasciatum*.

En los únicos arrecifes de parche muestreados (estación GC1), se encontraron valores muy bajos de diversidad y equitatividad, a pesar de que la riqueza de especies fue relativamente alta. Ello estuvo dado por una alta densidad de *Coryphopterus hyalinus* en uno de los cabezos (aproximadamente 1000 individuos).

Las comunidades de peces en los cabezos y en las mesetas mostraron poca similitud con la de las pendientes arrecifales ($Cc = 0.31$ y 0.36 respectivamente) y menor aún entre sí ($Cc = 0.24$).

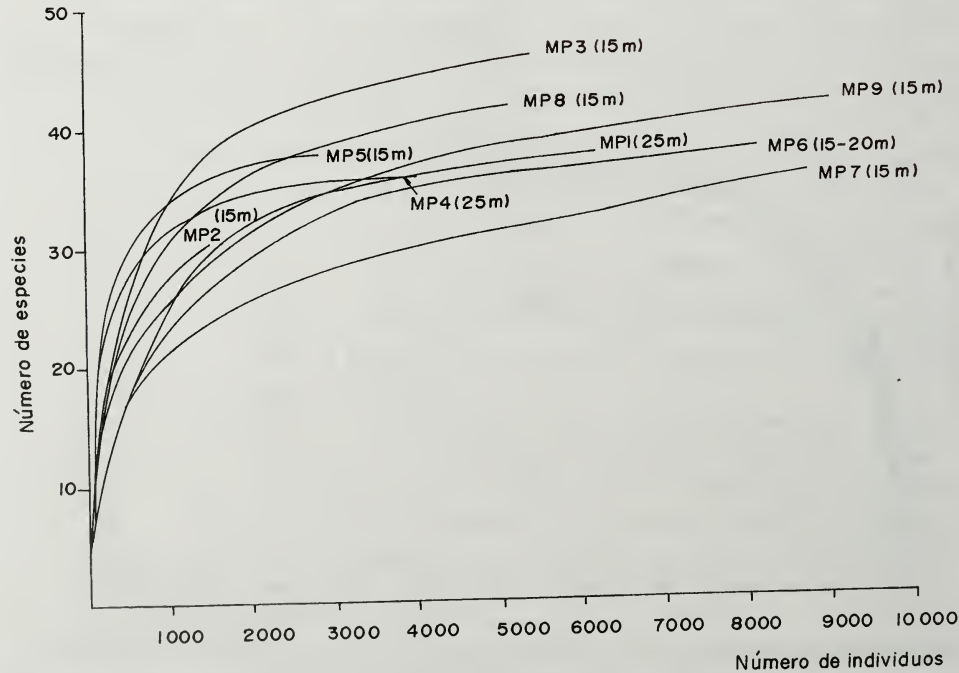


Fig. 3. Curvas de rarefacción de la ictiofauna en las pendientes arrecifales (MP) de Martinica.
Fig. 3. Rarefaction curves of the ichthyofauna on slope reefs (GP) of Martinique.

Tabla 2. Densidad y biomasa acumulativas de peces en las pendientes arrecifales de Guadalupe y Martinica, Índice de Frecuencia/abundancia-biomasa (F/d-b), e Índice de Jerarquía (IJ).

Table 2. Cumulative fish density and biomass in slope reefs of Guadeloupe and Martinique, Frequency/density-biomass Index (F/a-b), and Ranking Index (IJ).

FAMILIAS Especies	GUADALUPE				MARTINICA			
	Densidad (ind/m ²)	Biomasa (g/m ²)	F/a-b	IJ	Densidad (ind/m ²)	Biomasa (g/m ²)	F/a-b	IJ
MURAENIDAE	0.05	0.95			0.02	0.17		
Gymnothorax moringa	0.05	0.95	C/4-2	52	0.02	0.17	C/4-3	43
CLUPEIDAE					0.74	0.87		
Opisthonema oglinum					0.74	0.87	C/4-2	36
SYNODONTIDAE	0.08	0.13			0.09	0.10		
Synodus intermedius	0.08	0.13	B/4-3	48	0.09	0.10	B/4-3	39
HOLOCENTRIDAE	0.74	5.74			7.63	3.98		
Holocentrus ascensionis					0.02	0.01	C/4-4	43
Holocentrus marianus	1.08	0.57	B/3-3	23	1.15	0.59	A/3-3	19
Holocentrus rufus	1.18	1.12	A/3-2	17	0.85	0.69	A/4-2	21
Holocentrus vexillarius					0.24	0.08	B/4-3	35
Myripristis jacobus	8.47	4.06	A/2-2	6	5.37	2.60	A/3-2	8
AULOSTOMIDAE	0.39	0.37			1.44	2.46		
Aulostomus maculatus	0.39	0.37	B/3-3	33	1.44	2.46	A/3-2	13
FISTULARIDAE					0.04	0.62		
Fistularia tabacaria					0.04	0.62	C/4-3	43
SERRANIDAE	6.08	4.03			6.31	2.53		
Epinephelus afer					0.04	0.02	C/4-4	43
Epinephelus cruentatus	0.61	0.80	A/3-2	27	0.50	0.85	A/4-2	24
Epinephelus fulvus	2.55	2.58	A/3-2	12	0.26	0.16	B/4-3	30
Epinephelus guttatus	0.13	0.28	B/4-3	43	0.13	0.15	B/4-3	38
Epinephelus striatus	0.03	0.10	C/4-3	55				
Hypoplectrus chlorurus					0.67	0.12	A/4-3	23
Hypoplectrus guttavarius	0.32	0.06	A/3-4	34	0.20	0.04	B/4-4	36
Hypoplectrus nigricans					0.33	0.07	B/4-3	31
Hypoplectrus puella	1.05	0.13	A/3-3	22	1.24	0.19	A/3-3	14
Mycteroperca bonaci					0.09	0.22	C/4-3	41
Mycteroperca interstitialis					0.06	0.04	C/4-4	41
Mycteroperca tigris	0.03	0.00	C/4-4	55				
Paranthias furcifer	1.20	0.48	C/3-3	22				
Serranus tabacarius	0.05	0.00	C/4-4	52	0.30	0.06	B/4-3	35
Serranus tigrinus	1.32	0.07	A/3-3	14	1.30	0.14	A/3-3	15
GRAMMISTIDAE	0.03	0.04						
Rypticus saponaceus	0.03	0.04	C/4-4	55				
GRAMMIDAE					0.24	<0.01		
Gramma loreto					0.24	<0.01	C/4-4	37

PRIACANTHIDAE	0.08	0.09			0.17	0.17		
Priacanthus cruentatus	0.08	0.09	C/4-3	51	0.17	0.17	C/4-3	39
CARANGIDAE	0.76	0.58			1.11	1.27		
Caranx ruber	0.11	0.07	C/4-3	49	0.17	0.09	B/4-3	34
Decapterus punctatus	0.66	0.50	C/3-3	41	0.93	0.99	C/3-2	33
Elegatis bipinnulata					0.02	0.18	C/4-3	43
LUTJANIDAE	2.21	4.83			0.69	2.34		
Lutjanus apodus	0.08	0.10	C/4-3	51				
Lutjanus griseus					0.26	1.36	C/4-2	37
Lutjanus mahogoni	0.11	0.12	C/4-3	49	0.30	0.30	B/4-3	33
Lutjanus synagris	1.53	2.21	C/3-2	29				
Lutjanus chrysurus	0.50	2.40	B/3-2	32	0.13	0.69	B/4-2	40
HAEMULIDAE	6.13	3.24			4.26	4.85		
Haemulon album					0.06	0.02	C/4-4	42
Haemulon aurolineatum	2.92	1.95	B/2-2	15	0.09	0.07	C/4-3	41
Haemulon chrysargyreum	1.29	0.37	B/3-3	25	1.20	0.65	C/3-2	27
Haemulon flavolineatum	1.74	0.65	A/3-2	16	0.41	0.20	B/4-3	31
Haemulon plumieri	0.16	0.10	C/4-3	46	0.61	0.69	B/4-2	30
Haemulon sciurus	0.05	0.19	C/4-3	54	1.89	3.22	C/3-2	25
INERMIDAE					18.52	7.13		
Inermia vittata					18.52	7.13	B/2-1	5
SPARIDAE	0.03	0.03						
Calamus sp.	0.03	0.03	C/4-4	55				
SCIAENIDAE	0.34	0.15			1.26	0.25		
Equetus acuminatus	0.26	0.11	B/4-3	39	0.02	0.01	C/4-4	43
Equetus lanceolatus					0.09	0.02	C/4-4	42
Equetus puctatus	0.08	0.04	C/4-4	51	0.07	0.03	C/4-4	41
Odontoscion dentex					1.07	0.20	C/3-3	28
MULLIDAE	1.29	1.02			1.93	1.99		
Mulloidichthys martinicus	0.61	0.52	C/3-3	38	1.11	1.33	A/3-2	16
Pseudopeneus maculatus	0.68	0.49	A/3-3	24	0.81	0.66	B/4-2	22
CHAETODONTIDAE	1.26	0.21			1.11	0.10		
Chaetodon aculeatus	0.13	0.01	C/4-4	47	0.56	0.05	B/4-4	26
Chaetodon capistratus	1.13	0.20	A/3-3	18	0.46	0.03	B/4-4	32
Chaetodon striatus					0.09	0.02	B/4-4	40
POMACANTHIDAE	0.53	0.58			0.52	0.18		
Centropige argi					0.30	0.01	C/4-4	37
Holacanthus tricolor	0.53	0.48	A/3-3	26	0.22	0.17	B/4-3	37
Pomacanthus paru	0.03	0.13	C/4-3	55				
POMACENTRIDAE	150.13	6.17			603.87	16.63		
Abudefduf saxatilis	0.26	0.13	B/4-3	39	0.37	1.75	C/4-2	36
Chromis cyanea	31.16	0.70	A/1-2	3	87.61	1.61	A/2-2	4
Chromis insolata	0.08	0.00	C/4-4	53				

Características de las comunidades de peces

Chromis multilineata	75.87	3.61	A/1-2	1	391.31	8.98	A/1-1	1
Microspathodon chrysurus	0.37	0.24	B/3-3	35	0.04	0.02	C/4-4	43
Stegastes dorsopunicans	0.03	0.01	C/4-4	55				
Stegastes leucostictus	0.08	0.02	C/4-4	53				
Stegastes partitus	36.32	0.74	A/1-2	2	121.06	2.60	A/1-2	3
Stegastes planifrons	5.97	0.71	A/2-2	7	3.39	1.65	B/3-2	17
Stegastes variabilis					0.09	0.01	C/4-4	41
CIRRHITIDAE	0.11	0.00			0.17	<0.01		
Amblycirrhitus pinos	0.11	0.00	C/4-4	49	0.17	<0.01	B/4-4	36
LABRIDAE	39.42	19.44			38.39	9.10		
Bodianus rufus	0.16	0.01	B/4-4	40	0.26	0.06	B/4-3	32
Clepticus parrai	12.61	18.53	A/2-1	5	23.94	6.17	B/2-2	7
Halichoeres bivittatus	0.11	0.01	C/4-4	49				
Halichoeres garnotti	4.16	0.43	A/2-3	8	8.11	1.75	A/3-2	6
Halichoeres maculipinna	0.68	0.04	B/3-4	31	0.50	0.09	B/4-3	29
Halichoeres radiatus	0.03	0.02	C/4-4	55				
Hemipteronotus splendens	0.03	0.02	C/4-4	55				
Lachnolaimus maximus					0.04	0.87	C/4-2	43
Thalassoma bifasciatum	11.66	0.39	A/2-3	4	5.54	0.14	A/3-3	10
SCARIDAE	13.76	9.84			14.98	4.90		
Scarus croicensis					6.02	0.87	A/3-2	9
Scarus coeruleus	0.37	0.39	C/3-3	45				
Scarus croicensis	5.61	1.74	A/2-2	9				
Scarus taeniopterus	1.08	0.21	A/3-3	20	1.56	0.19	B/3-3	19
Scarus vetula	0.32	0.51	B/3-3	37	0.13	0.05	B/4-4	40
Sparisoma atomarium	0.21	0.00	C/4-4	50	1.22	0.20	A/3-3	20
Sparisoma aurofrenatum	1.87	1.13	A/3-2	13	2.50	0.62	A/3-3	11
Sparisoma chrysopterus	2.95	3.55	A/2-2	11	1.54	0.62	A/3-3	15
Sparisoma rubripinne					0.11	0.04	C/4-4	41
Sparisoma viride	1.37	2.31	A/3-2	19	1.91	2.32	A/3-2	12
SPHYRAENIDAE	0.45	4.42			0.02	0.25		
Sphyaena barracuda	0.45	4.42	B/3-2	36	0.02	0.25	C/4-3	43
OPISTHOGNATHIDAE	0.18	0.01						
Opisthognathus aurifrons	0.18	0.01	C/4-4	51				
LABRISOMIDAE					0.02	<0.01		
Labrisomus nuchipinnis					0.02	<0.01	C/4-4	43
GOBIIDAE	8.00	0.02			237.83	0.20		
Coryphopterus glaucofraenum	1.03	0.01	B/3-4	28	0.26	<0.01	B/4-4	35
Coryphopterus hyalinus	6.95	0.02	B/2-4	10	237.52	0.20	B/1-3	2
Gnatholepis thompsoni					0.02	<0.01	C/4-4	43
Gobiosoma evelynae	0.03	0.00	C/4-4	55	0.04	<0.01	C/4-4	43
ACANTHURIDAE	0.82	0.93			0.48	0.34		
Acanthurus bahianus	0.61	0.74	A/3-2	30	0.37	0.26	B/4-3	29

Acanthurus coeruleus	0.21	0.19	B/4-3	42	0.11	0.08	B/4-3	40
SCOMBRIDAE	0.05	0.28			0.04	0.68		
Scomberomorus regalis	0.05	0.28	C/4-3	52	0.04	0.68	C/4-2	43
BOTHIDAE	0.03	0.07			0.04	0.07		
Bothus lunatus	0.03	0.07	C/4-3	55	0.04	0.07	C/4-3	43
BALISTIDAE	0.08	0.02			0.39	0.46		
Cantherines macrocerus					0.26	0.31	C/4-3	37
Cantherines pullus	0.03	0.00	C/4-4	55	0.04	<0.01	C/4-4	43
Melichthys niger	0.05	0.02	C/4-4	54	0.04	0.12	C/4-3	43
Monacanthus ciliatus					0.04	<0.01	C/4-4	43
Xanthichthys ringens					0.02	0.02	C/4-4	43
OSTRACIIDAE	0.13	0.14			0.26	0.24		
Lactophrys bicaudalis	0.13	0.14	B/4-3	44	0.26	0.24	B/4-3	32
TETRAODONTIDAE	0.76	0.18			1.22	1.07		
Canthigaster rostrata	0.76	0.18	A/3-3	21	1.07	0.40	A/3-3	18
Sphoeroides spengleri					0.15	0.67	C/4-2	41

Estructura de las comunidades de peces en las pendientes arrecifales de isla Martinica

En términos generales, se encontraron bajos valores del índice de diversidad en todas las estaciones (Tabla 3) en lo cual influyó decididamente la dominancia de unas pocas especies. La riqueza, a juzgar por las curvas de rarefacción, el número de especies y el índice de Margalef, fue máxima en la estación MP3 (Cap Salomon) y mínima en la MP7 (Pointe Burgos). Los valores de similitud entre muestreos fueron algo más altos que los obtenidos en los arrecifes de Guadalupe y su variabilidad menor.

La biomasa promedio fue similar a la encontrada en los arrecifes de isla Guadalupe, pero la densidad fue significativamente superior (Tabla 3). La diversidad, riqueza y equitatividad sin embargo, fueron mayores en los arrecifes de Guadalupe, en lo cual influyó una menor densidad y dominancia de algunas especies.

Los valores de similitud (G_c) entre estaciones fueron relativamente bajos. La mayor similitud se halló entre las estaciones con similar complejidad topográfica y fauna coralina.

Se observó que en los arrecifes al sur de isla Martinica, la densidad de peces fue casi el doble que en aquellos ubicados al este de la isla, lo cual evidentemente se debe a una mayor abundancia de corales en la región sur (BOUCHON *ET AL.*, 1985). La diferencia en biomasa no fue significativa ($P > 0.95$).

A pesar de la alta densidad de peces encontrada en las pendientes arrecifales de esta isla, los valores de biomasa son relativamente bajos, debido al predominio de peces pequeños, como *Chromis multilineata*, *Coryphopterus hyalinus* y *Stegastes partitus*, que ocuparon los primeros lugares por su índice de jerarquía (Tabla 2) y que determinaron valores muy bajos de H' .

Estructura trófica

Los peces omnívoros fueron relativamente abundantes en número, representados principalmente por dos especies: *Stegastes partitus* y *Coryphopterus hyalinus*, aunque la

Tabla 3. Algunos parámetros de las comunidades de peces en las pendientes arrecifales de la isla Martinica. H' - Índice de diversidad; R_1 - Índice de Riqueza; J - Índice de equitatividad.**Table 3.** Some parameters of fish community structure on reef slopes of Martinica. H' - Diversity index; R_1 - Richness index; J - Evenness index.

Estación	Área (m ²)	Fecha	Hora	Prof (m)	No. spp.	Densidad (ind/m ²)	Biomasa (g/m ²)	H'	R_1	J
MP1	600	26/11/90	10:20	25	38	10.333	54.9	1.50	2.94	0.29
MP2	600	26/11/90	13:30	15	30	2.437	25.5	2.02	2.76	0.41
MP3	600	27/11/90	15:45	15	46	9.085	70.5	2.33	3.63	0.42
MP4	600	27/11/90	15:00	25	36	6.703	90.5	2.09	2.92	0.40
MP5	600	27/11/90	12:30	15	38	4.665	50.2	2.31	3.23	0.44
MP6	600	28/11/90	11:40	15	38	13.137	74.0	1.67	2.85	0.32
MP7	600	29/11/90	14:35	15	36	14.584	32.2	1.05	2.67	0.20
MP8	600	29/11/90	10:20	15	42	8.523	87.9	2.41	3.33	0.45
MP9	600	29/11/90	11:30	15	42	15.073	80.9	2.37	3.12	0.44
Medias transformadas por log						8.245	58.1			
+ DE						1.750	1.5			

primera especie fue predominante en los arrecifes de Guadalupe y la segunda en los de Martinica. En ambos lugares, sin embargo, la biomasa de omnívoros estuvo dada aproximadamente en 50% por *S. partitus*.

La presencia de herbívoros fue relativamente pobre. Entre estos, los más abundantes fueron *Scarus croicensis*, *Sparisoma crhysopterum*, *S. viride* y *S. aurofrenatum*.

Alrededor de 40% de las especies encontradas en los arrecifes de Guadalupe y Martinica son bentófagos, aunque los planctófagos constituyen la mayor densidad y biomasa (Tabla 4). Entre los primeros predominaron *Haemulon aurolineatum* y *Thalassoma bifasciatum*. Esta última además de consumidor de pequeños organismos bentónicos, se conoce como limpiador de parásitos y eventualmente de organismos planctónicos. Entre los planctófagos predominaron por su densidad *Chromis multilineata* y *C. cyanea*, aunque la mayor biomasa estuvo dada por la presencia de cardúmenes eventuales de *Clepticus parrai* y en aguas de Martinica, por cardúmenes de *Inermia vittata*, observados en algunas estaciones (categoría frecuencia /abundancia-biomasa = B/2-1)

DISCUSIÓN

En las pendientes arrecifales de isla Guadalupe fueron observadas 76 especies, y 89 en los de Martinica. En total se censaron 104 especies de las cuales 59% fueron comunes a ambas islas. Un análisis de agrupamiento, empleando el índice de disimilitud de Cambera (BOESCH, 1977) (Fig. 4) mostró que la mayor afinidad entre estaciones estuvo determinada por la estructura topográfica del biotopo, la cual depende en gran medida de la abundancia de corales (BOUCHON ET AL., 1985). Así, por ejemplo, las estaciones GP1 y GP7 de Guadalupe muestran mayor afinidad con las de Martinica que con las estaciones GP3

Tabla 4. Estructura trófica de las asociaciones de peces en las pendientes arrecifales de las islas Guadalupe, Martinica y Cuba.
Table 4. *Trophic structure of fish community on slope reefs of Guadeloupe, Martinique and Cuba.*

Categorías tróficas	Guadalupe			Martinica			Zona NE, Cuba			Zona SW, Cuba		
	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	No.spp	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	No.spp	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	No.spp	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	No.spp
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Omnívoros	0.6117	1.69	8	3.6347	4.86	8	0.2177	0.75	9	0.1220	0.48	8
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	19.2	2.5	10.5	38.5	7.7	9.0	10.7	0.7	6.6	6.1	0.3	6.10
Herbívoros	0.1502	11.03	12	0.1585	5.4	13	0.218	17.97	19	0.191	16.62	18
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	4.7	16.1	15.8	0.1585	8.6	14.6	10.7	16.1	14.0	9.4	11.9	13.6
Plancetófagos	1.592	27.52	10	5.3020	29.0	12	1.1513	10.54	13	1.222	5.12	11
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	50.1	40.1	13.2	56.2	46.1	13.5	56.4	9.5	9.5	60.5	3.9	8.3
Bentófagos	0.7724	15.67	29	0.3006	15.15	38	0.3258	14.24	60	0.375	31.43	65
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	24.3	22.8	38.2	3.2	24.2	42.7	16.0	12.8	44.1	18.6	32.5	49.2
Ictiófagos	0.0127	6.41	8	0.0242	6.1	10	0.0302	38.95	18	0.023	35.44	14
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	0.4	9.3	10.5	0.2	9.8	11.2	1.5	35.0	13.3	1.1	25.3	10.6
Ictiobentófagos	0.0401	6.30	9	0.0182	2.42	8	0.0969	28.88	17	0.088	50.76	16
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	1.3	9.2	11.8	0.2	3.8	9.0	4.7	25.9	12.5	4.3	36.3	12.2

y GP4 situadas relativamente cerca, pero cuyo sustrato se diferencia notablemente del de las otras estaciones de ambas islas. Asimismo, se unen de una parte las estaciones MP7, MP8 y MP9, ubicadas al S de la Martinica, y de otra las MP2 a MP5, al E de dicha isla. Ambos grupos de estaciones se unen en correspondencia con el grado de similitud topográfica de sus arrecifes. Al respecto, BOUCHON *ET AL.*, (1985) realizaron muestreos paralelos de la fauna coralina y de peces en esas mismas estaciones y demostraron una estrecha relación entre la abundancia de corales y la variedad y abundancia de peces. Los arrecifes ubicados al S de la isla se encuentran menos afectados por la sedimentación y turbidez que aquellos en la región E, y particularmente en la Bahía de Fort-de-France. No obstante, dichos autores también plantearon que la disminución de la fauna coralina afecta primero a la abundancia de los peces, antes de influir sobre la riqueza de sus comunidades.

Si comparamos la estructura de las comunidades de peces de las pendientes arrecifales de Guadalupe y Martinica con las existentes en los arrecifes de la isla de Cuba, vemos que existen notables diferencias a pesar de que la composición global de la ictiofauna es muy parecida. Un análisis de agrupamiento, empleando el índice de similitud de Sorensen (1948) mostró (Fig. 5A) que los censos acumulativos realizados en las zonas SW y NE de Cuba se unen entre si con un alto nivel de similitud (0,87) y los de Martinica y Guadalupe a un menor nivel (0,74). Igual resultado se obtiene empleando el índice de disimilitud de Camberra (BOESCH, 1977) (Fig. 5B). El coeficiente de comunidad (C_c) promedio al comparar las asociaciones de peces de las zonas SW y NE de Cuba con las de Martinica y Guadalupe, fue relativamente bajo ($0,46 \pm 0,01$ DE). Similar valor (0,47) hemos calculado a partir de los datos de ALEVIZON Y BROOKS (1975), entre las asociaciones de peces de los arrecifes de la Isla Aves y Cayo Largo, Florida.

No obstante, cabe señalar que el número de especies observado por estos autores en ambas regiones (44 y 53 respectivamente), fue muy inferior al encontrado por nosotros, lo cual probablemente se debe a limitaciones del método de muestreo empleado por ellos (cine-transectos). En tal caso, ello podría influir en el valor de similitud entre las dos asociaciones comparadas por ausencia de las especies menos comunes.

Aunque el número de muestreos realizados en Martinica y Guadalupe fue relativamente pequeño, estos datos evidencian que la riqueza de especies, expresada por el número de éstas por muestreo, el índice de Margalef y las curvas de rarefacción (Fig. 6), es mayor en aguas cubanas que en Guadalupe y Martinica. La densidad fue significativamente mayor ($P > 0,95$) en Guadalupe que en Cuba y muy superior en Martinica ($P > 0,999$), pero la biomasa, por el contrario, fue muy inferior a la encontrada en aguas cubanas (diferencias altamente significativas, $P > 0,999$), especialmente de aquellas especies que usualmente forman el grueso de las pesquerías de peces demersales neríticos, como Lutjanidae, Serranidae, Sparidae y Haemulidae. Tal escasez en las plataformas de Guadalupe y Martinica, en nuestro criterio, se debe a dos factores fundamentales: 1) la intensa actividad pesquera en las Antillas Menores, y 2) la poca amplitud de sus plataformas insulares.

Según GOBERT (1990) las capturas de peces demersales en Martinica alcanzan como promedio $1,14 \text{ Tm/km}^2$, y llegan a $1,68 \text{ Tm/km}^2$ si se incluyen todos los peces e invertebrados neríticos (pelágicos y demersales). Tales valores son los más altos reportados para la región del Caribe, aunque los rendimientos son bajos. Los peces demersales se

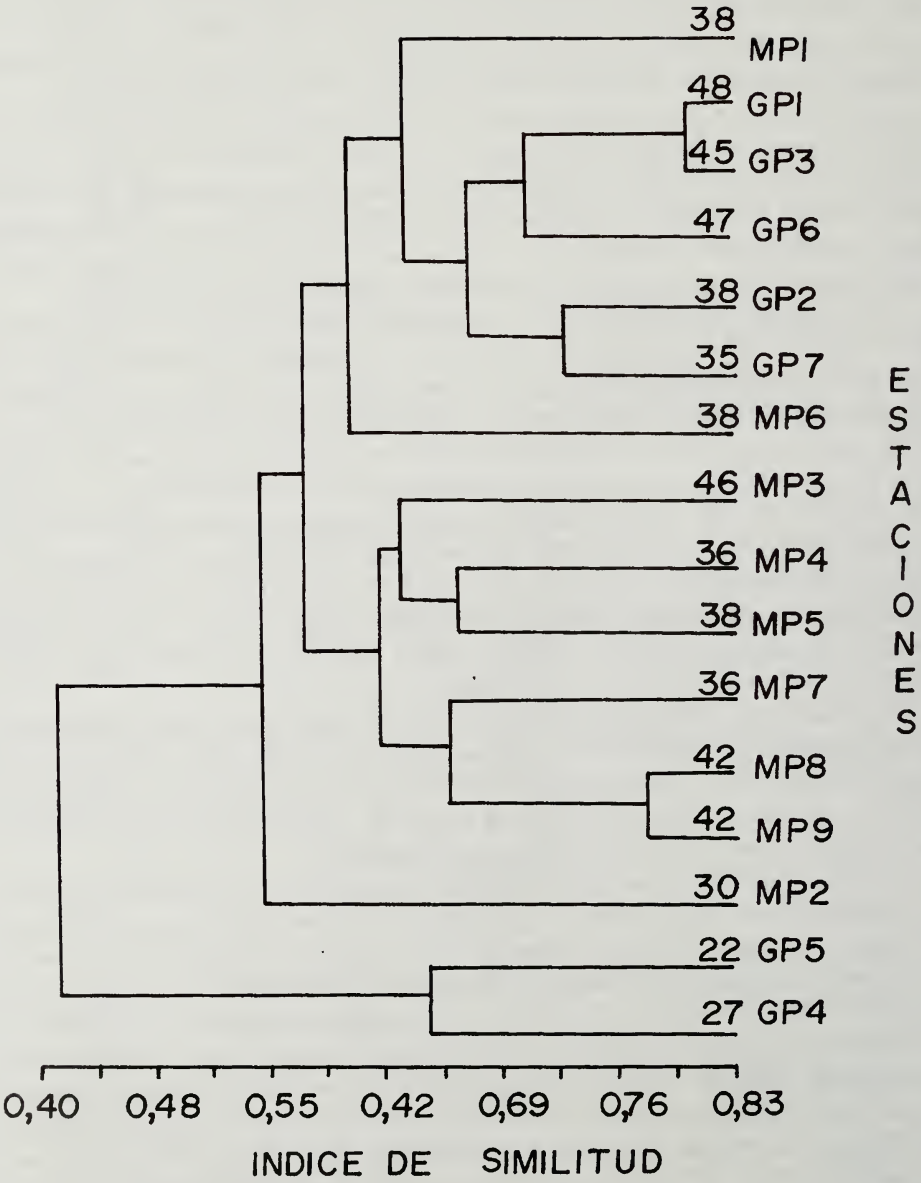


Fig. 4. Dendrograma de similitud (empleando el índice de Sorensen) de las comunidades de peces, entre estaciones, sobre las pendientes arrecifales de las islas Guadalupe (GP) y Martinica (MP). Las cifras sobre cada línea indican el número de especies en el muestreo.

Fig. 4. Similarity dendrogram (using Sorensen Indexe) of fish community, between stations, on reef slopes from Guadeloupe (GP) and Martinique (MP). Values over lines indicates the species number in the sample.

capturan principalmente en la pendiente arrecifal. Tal nivel de explotación es muy superior al que se realiza en igual biotopo en Cuba, aunque esté sustentado en peces de pequeña talla, principalmente Scaridae (*Sparisoma chrysotum*, *S. rubripinne*, *S. viride*, y algunos Lutjanidae (*Lutjanus chrysurus*, *L. synagris*, *L. vivanus*, *L. buccanella*). Estos últimos se pescan en aguas más profundas del talud insular.

Las capturas que se obtienen en Cuba en igual biotopo, sin embargo, se basan fundamentalmente en peces de mediana talla y mayor calidad, pertenecientes muchas de ellas a las mismas familias: Lutjanidae (*Lutjanus analis*, *L. jocu*, *L. vivanus*, *L. chrysurus*), Serranidae (*Epinephelus striatus*, *Mycteroperca bonaci*, *E. mystacinus*, *E. guttatus*), Scaridae (*Scarus guacamaia*, *S. coelestinus*), tiburones, etc. La biomasa de especies con valor comercial en los muestreos realizados en estas islas, alcanzó como promedio 15 g/m² en Martinica, y 19 g/m² en Guadalupe, mientras que en aguas cubanas es de 80 g/m² como promedio, 4-5 veces más que en Martinica y Guadalupe. Estos elementos sugie-

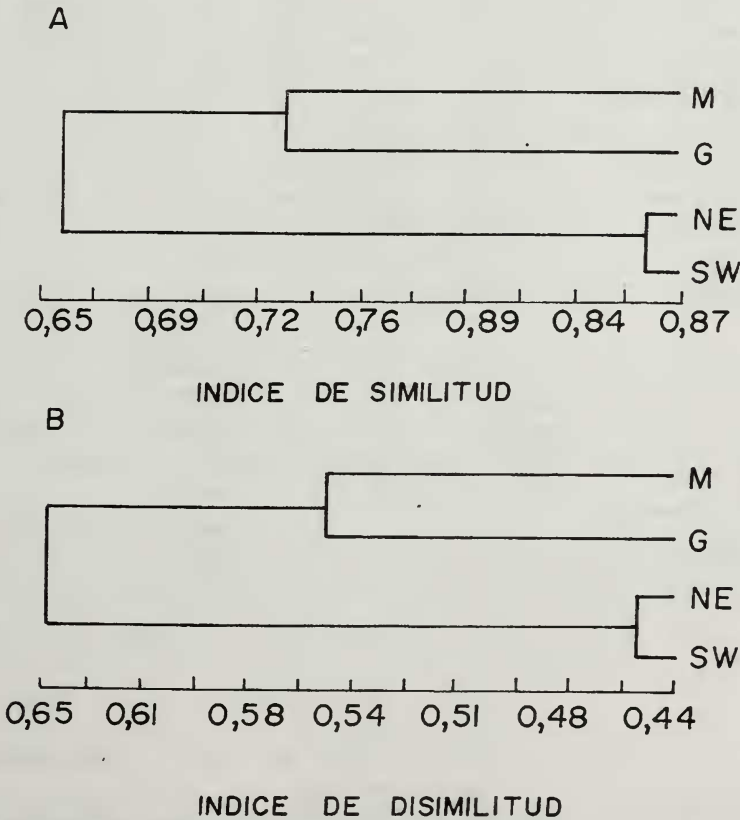


Fig. 5. Dendrograma de similitud, empleando el índice de Sorensen (A) y de disimilitud de Camberra (B), entre las comunidades de peces de las pendientes arrecifales de las islas Guadalupe (GP), y Martinica (MP), y las zonas SW y NE de Cuba.

Fig. 5. Similarity dendrogram, using Sorensen Index (A) and Camberra dissimilarity Index (B), between fish communities on reef slopes of Guadeloupe (G), Martinique (M) and SW, NE zones of Cuba.

Tabla 5. Especies dominantes (categorías Frecuencia-abundancia A₁, A₂ y B₁, e índice de Jerarquía -IJ) y biomásas por especie (g/m²), en las pendientes arrecifales de Guadalupe, Martinica y Cuba.

Table 5. Dominant species (categories Frequency/abundance A₁, A₂ and B₁, and Ranking Index) and fish biomass by specie (g/m²), in reef slopes of Guadalupe, Martinique and Cuba.

Especies	Zona NE Cuba			Zona SW Cuba			Guadalupe			Martinica		
	F/a	IJ	B	F/a	IJ	B	F/a	IJ	B	F/a	IJ	B
<i>Myripristis jacobus</i>	C ₃	35	0.45	C	80	0.01	A ₂	6	4.06	A ₃	8	2.60
<i>Epinephelus fulvus</i>	A ₃	18	1.22	B ₃	39	0.21	A ₂	12	2.48	B ₃	30	0.16
<i>Gramma loreto</i>	A ₂	12	0.02	A ₂	4	0.20	-	-	-	-	-	-
<i>Lutjanus chrysurus</i>	A ₂	6	10.54	A ₂	7	9.95	-	-	-	-	-	-
<i>Haemulon plumieri</i>	A ₂	8	2.88	A ₃	15	1.15	C ₄	46	0.10	B ₄	30	0.69
<i>Haemulon sciurus</i>	A ₂	13	3.21	A ₃	29	1.83	C ₄	44	0.33	C ₃	25	3.22
<i>Chromis cyanea</i>	A ₁	1	1.07	A ₁	1	1.52	A ₁	3	0.70	A ₂	4	1.61
<i>Chromis multilineata</i>	B ₁	22	0.26	B ₁	10	0.15	A ₁	1	3.61	A ₁	1	8.98
<i>Stegastes partitus</i>	A ₂	4	0.30	A ₂	6	0.48	A ₁	2	0.74	A ₁	3	2.60
<i>Clepticus parrai</i>	B ₂	2	2.30	A ₂	2	8.41	A ₁	5	29.16	B ₂	7	6.17
<i>Halichoeres garnotti</i>	A ₂	7	0.36	A ₂	9	0.29	A ₂	8	0.43	A ₃	6	1.75
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	A ₂	3	0.52	A ₂	3	0.69	A ₂	4	0.39	A ₃	10	0.14
<i>Scarus croicensis</i>	A ₂	5	0.81	A ₂	5	1.26	A ₂	9	1.74	A ₃	9	0.87
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	A ₃	23	0.56	A ₃	16	0.57	A ₂	13	1.13	A ₃	11	0.62
<i>Coryphopterus hyalinus</i>	-	-	-	-	-	-	B ₃	10	0.02	B ₂	2	0.20
<i>Acanthurus bahianus</i>	A ₂	9	1.48	B ₃	25	0.66	A ₃	30	0.74	B ₄	29	0.26

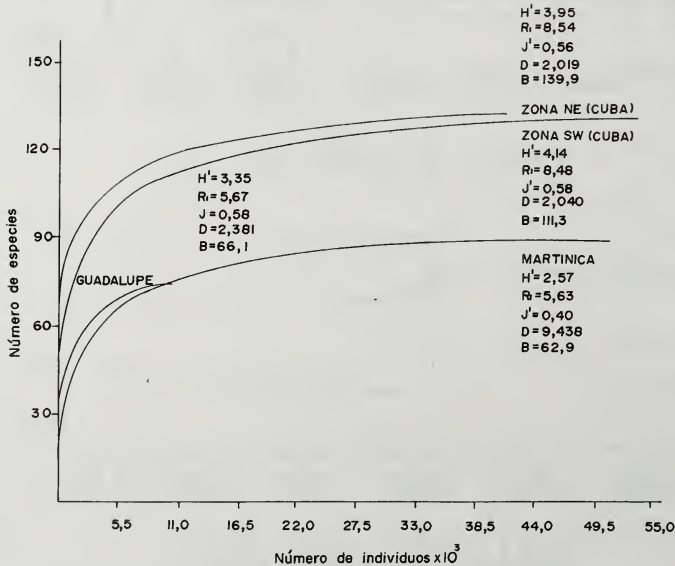


Fig. 6. Curvas de rarefacción de la ictiofauna en las pendientes arrecifales de Guadalupe, Martinica y las zonas SW, NW de Cuba, empleando los valores acumulativos de todos los muestreos realizados en cada región. H' - índice de diversidad; R1 - índice de Riqueza; J - índice de equitatividad; D - densidad; B - biomasa.

Fig. 6. Rarefaction curves of the ichthyofauna on reef slopes from Guadeloupe (G), Martinique (M) and SW, NE zones of Cuba, using cummulative values of all samples taken in each region. H' - diversity index; R1 - Richness index; J - evennes index; D - density; b - biomass.

ren la existencia de una situación de sobrepesca del ecosistema en estas islas.

Por otra parte, es evidente que las plataformas anchas permiten el sostenimiento de una ictiofauna más rica y abundante. La amplitud geográfica y diversidad de habitats facilitan el reclutamiento y cría, así como el transporte de energía desde las macrolagunas y ricas zonas estuarinas hacia la pendiente arrecifal. No es de esperar por tanto, igual biomasa de peces en las plataformas estrechas, que en aquellas con grandes extensiones y variedad de biotopos.

La alta densidad de peces pequeños en Martinica al parecer está relacionada con el aporte de nutrientes terrígenos, el cual, gracias a la topografía montañosa de la isla, es proporcionalmente mayor que en Guadalupe y Cuba. Tal enriquecimiento favorece el desarrollo de la flora y fauna béntica y planctónica que constituye el alimento principal de los pequeños peces arrecifales. No obstante, la intensa actividad pesquera limita el aprovechamiento de tales peces pequeños, al eliminar en primera instancia a los depredadores ictiófagos.

En las pendientes arrecifales de Martinica y Guadalupe, predominaron por su frecuencia y abundancia especies iguales u homólogas por sus peculiaridades ecológicas a aquellas que predominan en igual hábitat en Cuba. La Tabla 6 presenta algunos indicadores de las especies predominantes en ambos ecosistemas (categorías frecuencia-abundancia A1, A2 y B1). En Cuba, *Chromis cyanea* es la especie dominante por su número y frecuencia, mientras que en las Antillas Menores lo es *Chromis multilineata*, especie también bastante abundante en los arrecifes de parche de la Isla de Aves, Venezuela, pero ausente de los de cayo Largo, Florida (ALEVIZON Y BROOKS, 1975). *Stegastes partitus* ocupa un segundo lugar tanto en Cuba como en las Antillas Menores. ALEVIZON Y BROOKS (1975) clasifican el género *Stegastes* con la categoría A1, tanto en la Florida como en la isla de Aves, pero no identifican las especies.

Al comparar la estructura trófica de las asociaciones con las de Cuba, se observa gran similitud en cuanto a la composición por especies y la densidad de estas, en cada nivel trófico. No obstante, en Cuba la biomasa principal la dieron los depredadores bentófagos e ictiófagos, mientras que en Martinica y Guadalupe fueron los planctófagos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias a la colaboración del Centro ORSTOM de Martinica y la Universidad de las Antillas y Guyana con el Instituto de Oceanología de Cuba, a cuyas autoridades expresamos nuestro agradecimiento. Reconocemos igualmente el apoyo y asesoría brindados por los colegas Francois Gerlotto y Bertrand Gobert, así como la asistencia técnica de Jean Pierre Lamoureux.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEVIZON, W. S. Y BROOKS, M. G. 1975. The comparative structure of two western atlantic reef-fish assemblages. *Bull. Mar. Sci.*, 25 (4): 482-490.
- BOESCH, D. F. 1977. Application of numerical classifications in ecological investigations of water pollution. *Ecological Res. ser.*, EPA-GOO/3-77-033, 115 pp.
- BOHNSACK, J. A., Y HARPER, D. E. 1988. Length-weight relationships of selected marine reef fishes from the southeastern United States and the Caribbean. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-215*, 31 pp.
- BOUCHON, C., BOUCHON-NAVARRO, Y., LOUIS, M. Y LOBOREL, I. 1985. Influence of the degradation of the coral assemblages on the fish communities of Martinique (French West Indies). En: *Proc. 38th GCFI Congress, Martinique*, [F. Williams, ed.], pp. 452-468.

- BOUCHON-NAVARRO, Y. 1985. Ecologie des Chaetodontidae des récifs coralliens d'Aqaba (mer Rouge) et de Moores (Polynésie Française). Thèse Ecole Pratique de Hautes Etudes, Paris, 214 pp, cit. por Bouchon *et al.*, 1985.
- BOUCHON-NAVARRO, Y. Y LOUIS, M. 1986. Les poissons de formations coralliennes de la Martinique. *Ann. Inst. Oceanogr.*, Paris, 62 (2): 251-270.
- BROCK, V. E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. *J. Wildl. Mgmt.*, 18: 297-308.
- CARPENTER, K. E., MICLAT, R. I., ALBALADEJO, V. D. Y CORPUZ, V. T. 1982. The influence of substrate structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes. *Proc. 4th. Intern. Coral Reef Symp.*, Manila, 2: 498-502.
- CLARO, R., Y GARCIA-ARTEAGA, J. P. 1994a. Crecimiento. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*, (R. Claro, ed.), Inst. Oceanología y CIQRO, México, pp. 321-402.
- CLARO, R., Y GARCIA-ARTEAGA, J. P. 1994b. Estructura de las comunidades de peces en los arrecifes del Grupo Insular Sabana-Camagüey, Cuba. *Revista de Oceanología y Ecología Tropical Avicennia* 2: 83-107.
- GARCIA-ARTEAGA, J. P. Y CLARO, R. En preparación. Características de las comunidades de peces en las pendientes arrecifales de la plataforma sur-occidental de Cuba.
- GOBERT, B. 1990. Production relative des Pêcheries cotiers en Martinique. *Aquat. Living Ressour.*, 3: 181-191.
- GOODALL, D. W. 1973. Sample similarity and species correlation. En: *Handbook of vegetation science* (R.H. Wittaker, ed.), vol 5, W. Jank, La Hague, Netherlands, pp. 106-156.
- MACARTHUR, R. H. Y MACARTHUR, J. W. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- MARGALEF, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publ. Inst. Biol. Apl. Barcelona*, 9: 5-27.
- MASON, C. F. Y BRYANT, R. J. 1974. The structure and diversity of the animal communities in a broadland reedswamp. *J. Zool.*, 172: 289-302.
- MUNRO, J. L. 1983. Coral reef fish and fisheries of the Caribbean Sea. En: *Caribbean Coral Reef Fishery Resources* (J. L. Munro, ed.), *ICLARM Studies Review*, 7: 1-9.
- PIANKA, E. R. 1966. Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology* 47: 1055-1059.
- PIELOU, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, 13: 131-144.
- SANDERS, H. L. 1960. Benthic study in Buzzards Bay. III. The structure of the soft bottom communities. *Limnol. Oceanogr.*, 5: 138-153.
- SHANNON, C. E. Y WEAVER, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Illinois Press, Urbana, 177
- SORENSEN, T. 1948. A method of stabilizing groups of equivalent amplitude in plant sociology based on the similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *K. danske Vid. Selsk. Bot. Skr.*, 5: 1-34.
- STARCK, W. A. II. 1968. A list of fishes of Alligator Reef, Florida with comments on the nature of the Florida reef fish fauna. *Undersea Biol.*, 1 (1): 4-40.